

СЕКЦИЯ 2. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ В МАТЕРИАЛАХ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

СИНТЕЗ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ НА ОСНОВЕ Ti И Al АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА

Долматов А.В., Ситникова О.А.
Руководитель – д.т.н. Красиков С.А
ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург,
dolmatov.imet@gmail.com

Интерметаллидные сплавы на основе титана и алюминия обладают повышенными эксплуатационными характеристиками. Сочетая в себе коррозионную стойкость и высокие показатели прочности в условиях повышенных температур интерметаллидные сплавы являются перспективным конструкционным материалом в авиационной и космической отраслях, а также могут быть использованы в качестве лигатур при производстве специальных алюминиевых и титановых сплавов.

Традиционные методы получения сплавов на основе алюминидов титана [1-3] основаны на внепечном протекании металлургических процессов, однако их применение требует использования дорогостоящих тепловых добавок, не позволяет регулировать температуру и получить полное разделение шлаковой и металлической фаз.

В настоящей работе металлургическое восстановление проводили в печи сопротивления, обеспечив температурный режим, как за счет тепла экзотермической реакции, так и за счет подведенного извне тепла. Дополнительная выдержка расплава при заданной температуре способствовала лучшему разделению металлической и шлаковой фаз.

Эксперименты по алюминотермическому восстановлению диоксида титана проводили из расчета получения конечного сплава Ti-Al с содержанием 30-80 % Ti.

Термодинамическое моделирование алюминотермического процесса, выполнено в программном пакете HSC-6.1 для интервала температур 373 – 2073 К, давления 1 атм, изменения отношения алюминия к TiO_2 от 0 до 50 масс. %. Выявлено, что взаимодействие TiO_2 и Al с образованием интерметаллидов Ti_xAl_y позволяет осуществить металлургические реакции при температурах более 1000°C. В этом случае, при образовании титан-алюминиевых сплавов с высоким содержанием Ti обеспечивается существенное снижение термодинамической активности титана и, соответственно, сдвиг

металлотермической реакции в сторону образования интерметаллических соединений Ti_xAl_y . Система Ti-Al характеризуется образованием соединений: $TiAl_3$, $TiAl$, $TiAl_2$, Ti_2Al_5 . Соединения $TiAl_3$ и $TiAl$ плавятся конгруэнтно и являются наиболее термодинамически устойчивыми.

Термодинамические закономерности во многом подтвердились в экспериментах металлотермического получения сплавов в лабораторной печи сопротивления.

Навески шихты массой 100-250 г., в состав которых входили TiO_2 , Al, CaO, CaF_2 , плавил в корундовых тиглях и затем после выдержки при температурах 1600-1650 °C в течение 15-20 минут расплав вместе с тиглем извлекали из печи и охлаждали на воздухе. Образцы металлической и шлаковой фаз исследовали химическим, рентгенофазовым (РФА) и микро-рентгеноспектральными анализами (МРСА).

РФА проводили на рентгеновском дифрактометре "ДРОН-3.0" с автоматическим программным управлением. Съемку образцов осуществляли в отфильтрованном монохроматизированном CuK_α – излучении. Расшифровка дифрактограмм производилась с использованием баз данных JCPDS и ASTM. Микро-рентгеноспектральное определение элементного состава образцов выполняли на микроанализаторе JSM-5900LV.

Проведение металлотермического восстановления в печи с контролируемой температурой позволило получить удовлетворительное разделение металлической и шлаковых частей расплава, что подтверждено металлографическим и микро-рентгеноспектральными анализами. Результаты рентгенофазового анализа показали, что основными термодинамически устойчивыми фазами металлической части были интерметаллические соединения $TiAl_3$, $TiAl$, $TiAl_2$.

Авторы выражают благодарность Пономаренко А.А., Жидовиновой С.В., Шубину А.Б. за содействие в проведении исследования.

Исследования и расчеты проведены с использованием оборудования ЦКП «УРАЛ-М» ИМЕТ УрО РАН

1. Мурач Н.Н., Мусиенко В.Т. Аллюминотермия титана. М.:ЦНИИцветмет, 1958. 51 с.
2. Напалков В.И., Бондарев Б.И., Тарарышкин В.И., Чухров М.В. Лигатуры для производства алюминиевых и магниевых сплавов. М.:Металлургия, 1983. 160 с.
3. Andreev D.E., Sanin V.N., Yukhvid V.I. SVS Metallurgy of Titanium Aluminides // Int. J. of SHS. 2005. Vol.14. No. 3. Pp. 219-234.